

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Физико-технический

Направление подготовки Прикладная математика и информатика

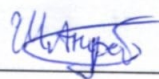
Кафедра высшей математики и математической физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

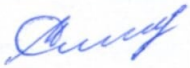
Тема работы
WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО МАРШРУТА ВНУТРИ ЗДАНИЯ

УДК 004:774:004:455+1:656:022

Студент

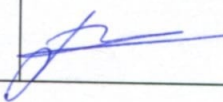
Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В31	Шакуров Андрей Михайлович		08.06.17

Руководитель


Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Семенов М.Е.	к. ф.-м. н., доцент		8.6.17

КОНСУЛЬТАНТЫ:

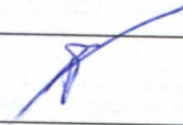
По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Верховская М.В.	к.э.н., доцент		08.06.17

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
зав. лаб. кафедры ПФ ФТИ	Федорчук Ю.М.	к.э. и б.ж., профессор		09.06.17

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВММФ	Трифонов А.Ю.	д.ф.-м.н.		09.06.17

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Физико-технический

Направление подготовки Прикладная математика и информатика

Кафедра высшей математики и математической физики

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0В31	Шакурову Андрею Михайловичу

Тема работы:

Web-приложение для поиска кратчайшего маршрута внутри здания

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:


Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none">• Нахождения кратчайшего пути в графе.• Построение минимального покрывающего дерева.• Алгоритм Дейкстры.• Алгоритм Краскала.• Описание устройства работы web-приложений.• Проведение функционального тестирования.• Проведение нагрузочное тестирования.• Масштабируемая векторная графика.• Реализация web-сервера.
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none">• Обмен данными с помощью протокола HTTP.• Неориентированный граф.• Матрица смежности.• Минимальное покрывающее дерево.• 0 этаж 18 корпуса ТПУ.• Поиск кратчайшего маршрута.• Ввод аудиторий.• Геолокация виртуальных пользователей и web-сервера .• Зависимость времени отклика от количества виртуальных пользователей.

	<ul style="list-style-type: none"> • Зависимость пропускной способности от количества виртуальных пользователей. • Зависимость запросов в секунду от количества виртуальных пользователей. • Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости. • Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе.
--	--


Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кандидат экономических наук Верховская М.В., доцент
Социальная ответственность	Зав. Лаб. Кафедры ПФ ФТИ Федорчук Ю.М., профессор

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Семенов М.Е.	Кандидат ф.-м. наук		10.03.17г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ31	Шакуров Андрей Михайлович		10.03.17г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0В31	Шакуров Андрей Михайлович

Институт	ФТИ	Кафедра	ВММФ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Тема дипломной работы: Web-приложение для поиска кратчайшего маршрута внутри здания

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Целью данной работы является изучение математических методов формирования инвестиционных портфелей.
2. Описание рабочего места на предмет возникновения:
 - вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)


Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
 - приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится расчет освещенности на рабочем месте;
 - приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте и мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;
 - приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, перечисляются СКЗ и СИЗ;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности


<ul style="list-style-type: none"> – приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ; – приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение, маркировка; – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия при работе на ПЭВМ на атмосферу, гидросферу, литосферу; – наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.); – методы утилизации отходов.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия – разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства: СанПиН 2.2.2.542-96; СанПин 2.2.2.542-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП-23-05-95; Сан.ПиН 2.2.2. 542 – 96; ГОСТ 12.1.036-96;ГОСТ 12.1.012-96; ГОСТ 12.1.004-76; ГОСТ 12.1.010-76; ГОСТ 12.1.013-78.
<p>Перечень графического материала:</p> <p>1) Пути эвакуации</p> <p>2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.17г
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учена степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		10.03.17г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В31	Шакуров Андрей Михайлович		10.03.17г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»


Студенту:

Группа	ФИО
ОВ31	Шакурову Андрею Михайловичу

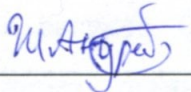
Институт	ФТИ	Кафедра	ФЭУ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	01.03.02/Прикладная математика и информатика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость сырья и материалов. Размер заработной платы исполнителям проекта
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Согласно проектной документации
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	SWOT-анализ; оценка готовности проекта к коммерциализации; способы коммерциализации
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Определение заинтересованных сторон, целей и результатов проекта. Рабочая группа проекта
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Календарный план проекта, ограничения и бюджет проекта
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка сравнительной эффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT 2. Оценка готовности проекта к коммерциализации 3. Календарный план проекта	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Верховская М.В.	К.Э.Н., доцент		08.03.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B31	Шакуров Андрей Михайлович		08.03.17

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на тему: «Web-приложение для поиска кратчайшего маршрута внутри здания» содержит 84 страницы, 14 рисунков, 9 таблиц, использованных источников – 18.

Ключевые слова: web-приложение, теория графов, алгоритм Краскала, алгоритм Дейкстры, минимальное покрывающее дерево, поиск кратчайшего пути в графе.

Целью дипломной работы является разработка и запуск web-приложения, которое будет показывать кратчайший маршрут внутри любого здания, поиск которого будет осуществляться с помощью алгоритма нахождения кратчайшего пути в графе.

Теоретическое исследование проводилось методом анализа литературы и нормативных источников. Основываясь на теоретических и эмпирических методах исследования, была разработана программная реализация на языке Python. В результате выполнения кода пользователь получает на экране кратчайший маршрут между аудиториями в графическом формате SVG. В выпускной квалификационной работе было проведено функциональное и нагрузочное тестирование.

Практическая ценность выпускной работы заключается в ее актуальности социальной значимости, так как данное приложение может быть использовано музеями, учебными заведениями, аэропортами, частными предприятиями. Так же оно может стать продолжением портала maps TPU.

Содержание

Введение.....	10
Глава 1. Теоретическая часть.....	11
1.1 Назначение и принцип работы web-приложений.....	11
1.2 Описание компонент для реализации web-сервера	13
1.2.1 Flask фреймворк	13
1.2.2 NetworkX.....	14
1.2.3 Масштабируемая векторная графика (SVG).....	15
1.3 Теория графов	16
1.3.1 Основы теории графов	16
1.3.2 Процесс поиска кратчайшего пути	18
1.3.3 Алгоритмы поиска минимального покрывающего дерева..	20
1.3.4 Алгоритмы поиска кратчайшего пути.....	22
Глава 2. Практическая часть	23
2.1 Реализация web-приложения	23
2.2 Нагрузочное тестирование	32
Глава 3. Социальная ответственность	36
3.1 Описание рабочего места	36
3.2 Анализ опасных и вредных факторов	37
3.3 Микроклимат в помещении	42
3.4 Освещенность рабочей зоны	44
3.5 Электромагнитное поле	47
3.6 Электростатическое поле	49
3.7 Электробезопасность	49
3.8 Пожарная безопасность	52
3.9 Производственный шум.....	55
3.10 Психофизиологические факторы и опасные факторы	57
3.11 Охрана окружающей среды.....	57
3.12 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	58
3.13 Выводы	59

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	60
4.2 Анализ конкурентных технических решений	61
4.3 SWOT-анализ	63
4.4 Планирование научно-исследовательских работ	65
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	65
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования	66
4.5 Бюджет научно-технического исследования	70
4.5.1 Затраты на материалы	70
4.5.2 Основная заработная плата	71
4.5.3 Дополнительная заработная плата.....	72
4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды	73
4.5.5 Накладные расходы.....	74
4.5.6 Формирование бюджета затрат НТИ	74
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	75
4.7 Выводы	78
Заключение	78
Список литературы.....	80
Нормативные ссылки.....	82
Приложение А.....	83
Приложение Б.....	84

Введение

На сегодняшний день многие используют навигаторы, электронные карты для построения маршрута. Это позволяет сократить время на поиски, спланировать путь заранее. От навигации в масштабах города до навигации внутри здания – все происходит с помощью мобильных или web-приложений.

Отличие web-приложения от обыкновенного сайта состоит во взаимодействии пользователя с данными находящимися на ресурсе. Он может заполнять различные формы, выполнять задачи через личный кабинет и т.д.

Целью данной работы является разработка и запуск сервиса по нахождению кратчайшего пути в здании, при помощи разметки поэтажных планов опорными точками.

Конечным результатом исследований должно быть web-приложение, которое позволяло бы пользователю выбирать аудитории, и выдавало бы кратчайший путь. В соответствии с данной задачей необходимо выбрать оптимальные способы реализации, критериями в которых являются удобство пользования, скорость обработки данных, наглядность и точность результатов. Для этого необходимо выбрать:

- 1) язык программирования
- 2) web-сервер
- 3) алгоритм для поиска кратчайшего пути
- 4) инструменты для разработки приложения (framework)

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Назначение и принцип работы web-приложений

Web-приложение – это приложение, действующее по принципу клиент-сервер, где клиентом является браузер, а сервером – web-сервер[1]. Оно представляет из себя страницу с еще не законченным формированием содержимого. Конечное содержимое будет выдано на основе введенных данных, в момент, когда пользователь осуществит запрос. Одним из преимуществ клиент-серверных приложений является снижение требований к компьютеру пользователя, так как все вычисления осуществляются на сервере. За счет этого web-приложения инвариантны к операционным системам, установленным на компьютерах пользователей. Также на сервере, который более защищен от несанкционированного доступа, нежели пользовательские устройства, хранится большая часть данных. К минусам данного типа приложений можно отнести стоимость оборудования, обеспечение постоянной работоспособности сервера, а также специалиста, который поддерживал бы всю систему.

Передача данных осуществляются с помощью HTTP протокола. На рисунке 1 представлен процесс общения между клиентом и web-сервером.

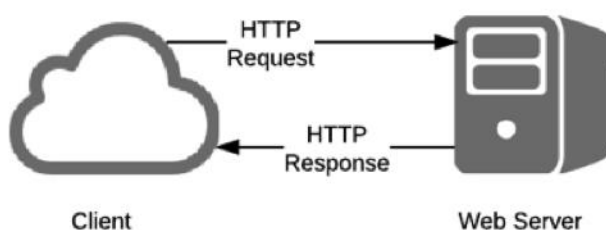


Рисунок 1. Обмен данными с помощью протокола HTTP

Сначала клиентское приложение создает запрос и отправляет его на сервер. После этого программное обеспечение на стороне сервера

обрабатывает запрос, и отправляет сформированный ответ клиенту. Далее при необходимости этот процесс может повторяться несколько раз.

Рассмотрим структуру HTTP запроса. Начальная строка запроса состоит из метода, универсального идентификатора ресурса (URI) и версии HTTP протокола. Методом является последовательность символов, обозначающая действие, совершаемое над ресурсом. В стандарте, определенном для данного протокола представлено девять методов, из которых в данной работе нам понадобятся всего лишь два – GET и POST. Первый необходим для получения указанного ресурса, а второй для передачи пользовательских данных. Метод GET обладает свойством идемпотентности – при повторном применении операции он будет выдавать тот же результат. Универсальный идентификатор ресурса нужен для обозначения отдельного ресурса: документа, изображения, ящика электронной почты. И, наконец, версия протокола HTTP указывается для того, чтобы и клиент, и сервер могли общаться на одном определенном языке. После стартовой строки идут HTTP заголовки. Заголовки представляют из себя пару параметр-значение, разделенную двоеточием. Они нужны для описания взаимодействия между клиентом и сервером, например, времени после которого соединение необходимо разорвать, типа передаваемых данных и т.д. По окончании перечисления всех заголовков при необходимости идет тело сообщения. Его задача состоит в передаче пользовательских данных. Пример HTTP-запроса:

GET /index.php HTTP/1.1

Host: example.com

User-Agent: Mozilla/5.0 Gecko/2008050509 Firefox/3.0b5

Accept: text/html

Connection: close

Как только сервер обработает запрос, он вышлет клиенту HTTP ответ, который также состоит из стартовой строки, заголовков и тела сообщения. Отличной от запроса будет лишь стартовая строка, структура которой выглядит следующим образом: версия протокола HTTP, код состояния и пояснение. Код состояния – это целое число из трех десятичных цифр. По коду ответа клиент узнает результат своего запроса и то, какие действия ему нужно предпринять. Пояснение – это краткое словесное описание пришедшего в ответе кода состояния.

1.2. Описание компонент для реализации web-сервера

1.2.1 Flask фреймворк

В этой главе приводится описание архитектуры приложения, различных модулей и разработанного интерфейса. Под архитектурой понимается иерархическое взаимодействие всех компонент, которые затем составляют целостную систему[2].

За основу серверной части приложения необходимо взять один из доступных инструментов для языка Python – фреймворк. Фреймворком является программное обеспечение, которое упрощает разработку и объединяет в себе компоненты большого программного проекта. Для языка Python существует множество решений, но мы ограничимся тремя наиболее известными – Flask, Pyramid, Django и рассмотрим их детальней для выбора наиболее подходящего. Flask является микро-фреймворком, нацеленным на создание небольших проектов с малыми требованиями. Преимущество Pyramid сосредоточено в гибкости реализации, позволяющее использовать лишь необходимые инструменты. Это означает, что разработчик может выбирать различные типы баз данных, структуру URL, стиль отображения страниц и многое другое. В свою очередь Django нацелен на то, чтобы из уже подготовленной коробки вытащить готовые решения. Данный подход позволяет сразу погрузиться в проектирование web-приложения, без необходимости принятия решений об инфраструктуре приложения. Flask является самым молодым из трех фреймворков, будучи основан в середине 2010 года. Pyramid и Django были основаны в 2005 и 2006 годах соответственно, что позволило им накопить достаточное количество плагинов и расширений для удовлетворения широкого круга потребностей.

Наше приложение будет иметь одну главную функцию – поиск маршрута из аудитории в аудиторию, поэтому в качестве фреймворка возьмём легковесный Flask.

1.2.2 NetworkX

NetworkX – это программный пакет на языке Python для создания, манипулирования и изучения структуры, динамики и функций сложных сетей. С помощью NetworkX можно загружать, хранить сети в стандартном и нестандартном формате данных, создавать множество типов случайных и классических сетей, анализировать структуру сети, строить сетевые модели, разрабатывать новые сетевые алгоритмы, рисовать сети и многое другое.

NetworkX предоставляет:

- инструменты для изучения структуры и динамики социальных, биологических и инфраструктурных сетей;
- стандартный программный интерфейс и репрезентацию графов, которая подходит ко многим приложениям;
- интерфейс к существующим числовым алгоритмам и коду, написанному на C, C++ и FORTRAN;
- возможность быстро обрабатывать массивные и нестандартные наборы данных.

Граф G можно нарастить несколькими способами. NetworkX включает в себя множество функций генерации графов и возможностей чтения и записи графов во многих форматах. Наращивание графа с помощью списка узлов:

```
>>> G.add_nodes_from([2,3])
```

Ребра графа могут быть добавлены:

- поштучно:

```
>>> G.add_edge(1,2)
```
- списком:

```
>>> G.add_edges_from([(1,2),(1,3)])
```
- итератором:

```
>>> G.add_edges_from(H.edges())
```

1.2.3. Масштабируемая векторная графика (SVG)

Scalable Vector Graphics (масштабируемая векторная графика) – это язык разметки графики, входящий в подмножество языка разметки XML, который предназначен для описания двумерной графики. Преимущества SVG состоят в следующем:

- при масштабировании не теряется качество;
- при использовании SVG сокращается количество HTTP запросов, что приводит к увеличению скорости загрузки web-приложения;
- с помощью CSS можно задавать стили – менять прозрачность, фон и границы;
- SVG можно редактировать в текстовом или графическом редакторе;
- Формат SVG занимает меньший объем памяти;
- SVG легко интегрируется с HTML и XHTML документами.

Согласно документации, SVG имеет несколько основных фигур: окружность, прямоугольник, эллипс, линию, ломаную линию или многоугольник.

1.3 Теория графов

1.3.1 Основы теории графов

Граф – абстрактный математический объект, представляющий из себя множество вершин графа и набор ребер, то есть соединений между парами вершин. Для разных областей применения виды графов могут различаться направленностью, ограничениями на количество связей и дополнительными данными о вершинах или ребрах. Многие структуры, представляющие практический интерес в математике и информатике, могут быть представлены графами.

Обыкновенным, или неориентированным графом $G = (X, U)$ называется упорядоченная пара множеств: конечного непустого X , элементы которого называются вершинами графа G , и подмножества $U \subseteq \tilde{X}$, элементы которого называются ребрами этого графа[3]. Вершины $x, y \in X$ смежны, если $\widetilde{xy} \in U$, и несмежны, если $\widetilde{xy} \notin U$. Ребро \widetilde{xy} соединяет вершины x и y , а также инцидентно каждой из них. Пример неориентированного графа представлен на рисунке 2.

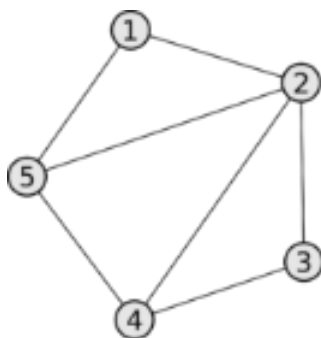


Рисунок 2. Неориентированный граф

Путем в графе называются конечная последовательность вершин, в которой каждая вершина (кроме последней) соединена со следующей в последовательности вершиной ребром. Цепью называется путь без повторяющихся ребер.

Матрица смежности графа G с конечным числом вершин n - это квадратная матрица A размера n , в которой значение элемента a_{ij} равно числу ребер из i -й вершины графа в j -ю вершину[4]. Матрица смежности простого графа (не содержащего петель и кратных ребер) является бинарной матрицей и содержит нули на главной диагонали. Для графа, изображенного на рисунке 3 матрица смежности будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 3. Матрица смежности

Матрица смежности и списки смежности являются основными структурами данных, которые используются для представления графов в компьютерных программах

Использование матрицы смежности предпочтительно только в случае неразреженных графов, с большим числом рёбер, так как она требует хранения по одному биту данных для каждого элемента. Если граф разрежён, то большая часть памяти напрасно будет тратиться на хранение нулей, зато в случае неразреженных графов матрица смежности достаточно компактно представляет граф в памяти, используя примерно n^2 бит памяти, что может быть на порядок лучше списков смежности[5].

Списком смежности называется список, где каждой вершине графа соответствует строка, в которой хранится список смежных вершин. Такая структура данных не является таблицей в обычном понимании, а представляет собой «список списков». Это наиболее удобный способ для представления разреженных графов, а также при реализации базовых алгоритмов обхода графа в ширину и глубину, где нужно быстро получать «соседей» текущей просматриваемой вершины.

1.3.2. Процесс поиска кратчайшего пути

Пусть $G = (V, E, d)$ неориентированный взвешенный граф, где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – набор вершин в G , $E \subseteq \{\{v_i, v_j\} \mid v_i \in V, v_j \in V, v_i \neq v_j\}$ – набор ребер в G , и $d: E \rightarrow R$ – функция расстояния, которая отображает E в R -набор неотрицательных чисел. Граф G называется полным, если для всех пар различных вершин v_i и v_j , $\{v_i, v_j\} \in E$. Пусть $S \subseteq V$ является подмножеством различных вершин графа V [6].

Путь в G будет определяться последовательностью вершин, u_1, u_2, \dots, u_p , таких, что для любого k $1 \leq k < p$, $\{u_k, u_{k+1}\} \in E$ и $u_k \in V$. Путем будем называть движение от вершины u_1 в вершину u_p , а его расстояние – $\sum_{k=1}^{p-1} d(\{u_k, u_{k+1}\})$. Кратчайшим расстоянием от узла u_1 до узла u_p называется путь из u_1 в u_p , расстояние которого является минимальным среди всех возможных путей[7]. Дерево в графе G является связным подграфом, если удаление любого из ребер в подграфе сделает его несвязным. Пусть Q – любое подмножество вершин в связном подграфе G' графа G . Тогда G' покрывает Q . Покрывающим деревом графа G является дерево, которое покрывает V . Минимальное покрывающее дерево графа G является покрывающее дерево графа G такое, что сумма расстояний его ребер минимально среди всех покрывающих деревьев.

Рассмотрим алгоритм поиска кратчайшего пути[8]:

1. На вход подается неориентированный взвешенный граф $G = (V, E, d)$, начальная и конечная вершина.
2. Строится полный неопределённый взвешенный граф $G_1 = (V_1, E_1, d_1)$
3. Находится минимальное покрывающее дерево T_1 , графа G_1

4. Строится подграф G_s графа G путем замещения каждого ребра в T_1 его кратчайшим путем в G .
5. Находится минимальное покрывающее дерево, T_s графа G_s .
6. На выходе получаем кратчайший путь и начальной в конечную вершину при помощи минимального покрывающего дерева.

На рисунке 4 изображен пример поиска минимального покрывающего дерева.

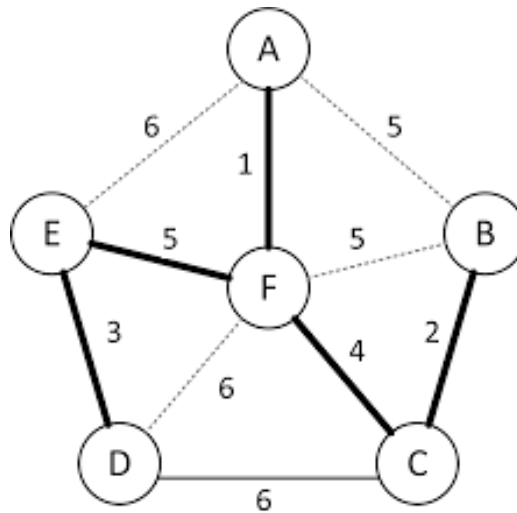


Рисунок 4. Минимальное покрывающее дерево

Существует множество алгоритмов построения кратчайшего пути и минимального покрывающего дерева. В следующей главе будут рассмотрены наиболее известные алгоритмы для оптимального решения задачи.

1.3.3 Алгоритмы поиска минимального покрывающего дерева

Минимальное остовное дерево (или минимальное покрывающее дерево) в связанном взвешенном неориентированном графе — это остовное дерево этого графа, имеющее минимальный возможный вес, где под весом дерева понимается сумма весов входящих в него рёбер.

Существует несколько алгоритмов для нахождения минимального остовного дерева. Наиболее известные из них[9]:

- алгоритм Прима;
- алгоритм Краскала [10];
- алгоритм Борувки.

Асимптотики алгоритмов хранения графа при помощи списка смежности представлены в таблице 1, где V и E — число вершин и ребер в графе соответственно[11]:

Таблица 1. Асимптотики алгоритмов.

Алгоритм	Асимптотика
Прима	$O(V^2)$
Краскала	$O(E \cdot \log E)$
Борувки	$O(E \cdot \log V)$

Как видно из таблицы наиболее подходящими будут алгоритмы Краскала и Борувки, так как при большом числе вершин алгоритм Прима существенно снижает свою скорость. В данной работе воспользуемся алгоритмом Краскала.

Предполагается, что каждому ребру любого неориентированного графа, получаемого в процессе решения задачи, можно сопоставить

неотрицательное число, называемое весом этого ребра. При этом, во-первых, искомый граф G должен быть неориентированным деревом, во-вторых, его множество вершин должно включать множество вершин исходного графа, т.е. $G_0 \subseteq V$, и, в-третьих, сумма весов его ребер должна быть наименьшей.

Требование, чтобы искомый граф G был неориентированным деревом, вызвано тем, что в нем любую пару вершин должна соединять единственная цепь, так как в противном случае граф не будет иметь наименьшую сумму весов. Действительно, если существуют хотя бы две цепи, соединяющие какую-то пару вершин, то выбирается та, сумма весов ребер которой меньше. Если же предположить, что в рассматриваемой ситуации имеются хотя бы две цепи с одинаковым весом, то все равно для оптимального решения выбирается какая-то одна цепь (и тогда оптимальное решение не единственно).

Вначале текущее множество рёбер устанавливается пустым. Затем, пока это возможно, проводится следующая операция: из всех рёбер, добавление которых к уже имеющемуся множеству не вызовет появление в нём цикла, выбирается ребро минимального веса и добавляется к уже имеющемуся множеству. Когда таких рёбер больше нет, алгоритм завершён. Подграф данного графа, содержащий все его вершины и найденное множество рёбер, является его остовным деревом минимального веса.

1.3.4 Алгоритмы поиска кратчайшего пути

Задача о кратчайшем пути — задача поиска самого короткого пути (цепи) между двумя точками (вершинами) на графе, в которой минимизируется сумма весов рёбер, составляющих путь[12].

Задача о кратчайшем пути является одной из важнейших классических задач теории графов. Сегодня известно множество алгоритмов для её решения. Рассмотрим наиболее популярные.

Алгоритм Дейкстры – самый известный и широко распространенный алгоритм. Также он считается одним из самых простых[13]. Он хорошо выполняется в графах с небольшим количеством вершин. Количество вершин в графе может достигать до нескольких тысяч. Тогда использование данного алгоритма не будет являться оптимальным выбором для решения задачи о поиске кратчайшего маршрута. Вычислительная сложность алгоритма: $O(V^2)$ [14].

Алгоритм Белмана-Форда – это алгоритм поиска кратчайшего пути во взвешенном графе, который находит путь от одной вершины до всех остальных[15]. В отличие от алгоритма Дейкстры, алгоритм Белмана-Форда допускает наличие в графе ребер с отрицательным весом. Вычислительная сложность алгоритма: $O(V \cdot E)$.

Алгоритм Флойда-Уоршелла является динамическим алгоритмом для поиска кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа. При применении данного алгоритма к решению задач на значительно разветвленном графе, он потребует значительных затрат со стороны ресурсов вычислительной машины[16]. Вычислительная сложность алгоритма: $O(V^3)$.

Для поиска кратчайшего маршрута воспользуемся алгоритмом Дейкстры, поскольку он простой и не тяжеловесный.

Глава 2. Практическая часть

2.1. Реализация web-приложения

На момент начала реализации проекта было принято решение использовать для решения поставленной задачи следующую конструкцию – формат SVG для отображения поэтажного плана здания, язык программирования Python, фреймворк Flask, NetworkX для работы с графами, алгоритм Крускала для построения минимального покрывающего дерева, алгоритм Дейкстры для поиска кратчайшего маршрута и в качестве сервера выступает персональный компьютер. На рисунке 5 находится изображение в формате SVG, на котором изображен нулевой этаж 18-го корпуса ТПУ.



Рисунок 5. 0 этаж 18-го корпуса ТПУ

Сам SVG документ представляет из себя набор различных геометрических фигур. Для того, чтобы можно было строить маршрут, на месте дверей в аудиторию, а также вдоль коридора были созданы объекты circle:

```
<circle  
  
    id="path4033"  
  
    style="fill:#ff0000;fill-opacity:1;stroke:none"  
  
    cx="988.52222"  
  
    cy="736.65173"  
  
    r="1.5" /> ,
```

где id - идентификатор объекта, style отвечает за конечное отображение фигуры, fill-opacity – коэффициент непрозрачности, который изменяется от 0 до 1, stroke – обводка, cx и cy – координаты объекта, r – радиус. Ключевыми для поиска кратчайшего пути являются поля id, так как можно идентифицировать отдельные точки, а также cx и cy, которые понадобятся для вычисления расстояния между точками.

Для начала инициализируем экземпляр графа:

```
GRAPH = nx.Graph()
```

С помощью XML-парсера считаем содержимое графического документа с каждого из этажей:

```
tree_18 = []  
  
tree_18.append(read_svg_file('static/18_0.svg'))  
  
:  
  
tree_18.append(read_svg_file('static/18_3.svg'))
```

Для построения графа будем использовать список смежности, который определим по следующему правилу: $d[i]$ равно евклидовому расстоянию между a_i и a_{i+1} , где a – узлы графа, $i = \overline{0,126}$:

```
def distance(point1, point2):  
  
    x1, y1 = point1  
  
    x2, y2 = point2  
  
    dx = x2 - x1  
  
    dy = y2 - y1  
  
    return math.sqrt(dx * dx + dy * dy)
```

Функция нахождения ближайшей точки (`closest_point`) будет перебирать все вершины в графе, сравнивая расстояние между ними и заданной точкой:

```
def closest_point(all_points, new_point):  
  
    best_point = None  
  
    best_distanse = None  
  
    for current_point in all_points:  
  
        current_distanse = distance(new_point, current_point)  
  
        if best_distanse is None or current_distanse < best_distanse:  
  
            best_distanse = current_distanse  
  
            best_point = current_point  
  
    return best_point
```

Затем в функции построении списка смежности для графа GRAPH, для каждой из вершин находится ближайшая точка, и между ними строится ребро:


```

def get_adjacency_from_graph(tree, graph):

    for point in get_all_points(tree):

        closest_point_id =
str(closest_point(get_rest_points_by_id(tree, point[2]), point)[2])

        if closest_point_id is not None and point is not None:

            graph.add_edge(closest_point_id, point[2] )

```

На основании получившегося списка смежности, построим взвешенный неориентированный граф. В результате имеем графовую модель на основании которой можно будет строить маршруты[17].

Для построения маршрутов на основе взвешенного графа найдем с помощью алгоритма Краскала минимальное покрывающее дерево (рисунок 6):

```

get_adjacency_from_graph(tree_18[0], GRAPH)

nx.minimum_spanning_tree(GRAPH)

```

Для 0-го этажа получили взвешенный неориентированный граф без циклов и петель, который содержит 122 ребра и 123 вершины. Весь же граф состоит из 519 ребер и 522 ребер.

Для нахождения маршрута из вершины 4041-44-2 (01 аудитория) в вершину 041-95 (30 аудитория), воспользуемся алгоритмом Дейкстры для поиска кратчайшего пути во взвешенном графе (при неотрицательных весах):

```

my_path = (nx.shortest_path(GRAPH, source='path4041-44-2',
target='path4041-95'))

```

В результате получим кратчайший маршрут из 01 в 30 аудиторию (рисунок 7):

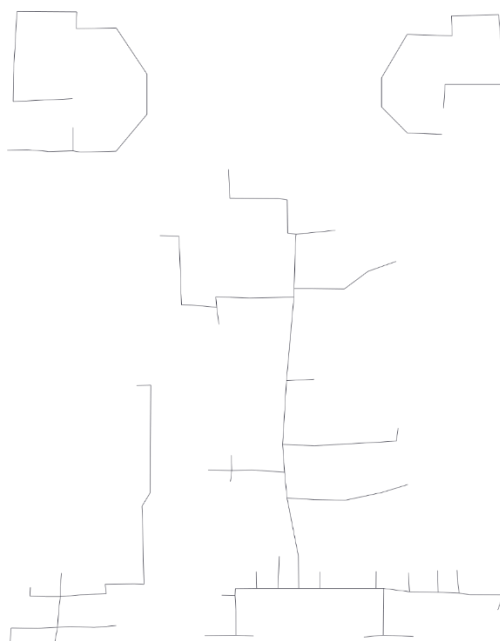


Рисунок 6. Минимальное покрывающее дерево

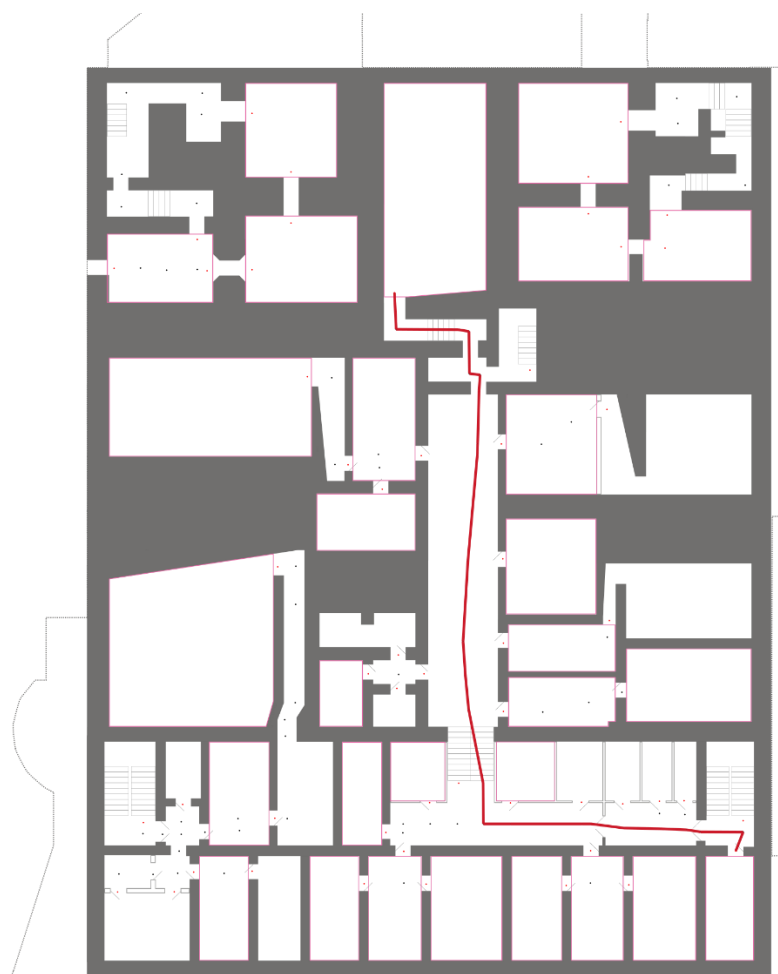


Рисунок 7. Поиск кратчайшего маршрута

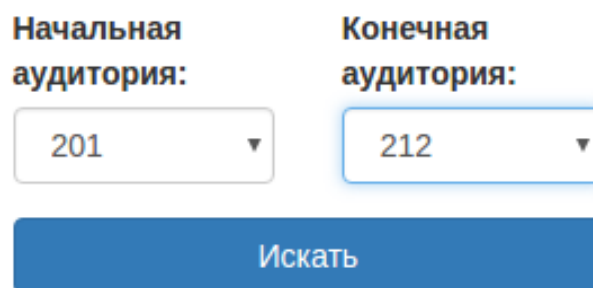
Для установки соответствия номеров кабинета и идентификаторов объектов circle, заведем словарь:

```
doors_id = { '01': 'path4041', '02': 'path4041-3', '03': 'path4041-6',  
'04': 'path4041-7', '05': 'path4041-5', '06': 'path4041-62' , ...  
'356': 'path4041-76-0-2-3-87-910-93' }
```

Для того, чтобы обеспечить поиск по всему зданию, отдельные этажи сшиваются ребрами, между вершинами, расположенными на лестницах:

```
GRAPH.add_edge('path4041-2', 'path4878-65-0-9-1')
```

HTML страница будет иметь план этажей, поле ввода начальной и конечной аудиторий, а также кнопку подтверждения ввода, как это изображено на рисунке 8:



Начальная аудитория: 201

Конечная аудитория: 212

Искать

Рисунок 8. Ввод аудиторий

Как только пользователь подтвердит свой выбор путем нажатия кнопки, на сервер отправиться POST запрос:

Request Method:POST

Referrer Policy:no-referrer-when-downgrade

Content-Length:2831

Content-Type:text/html; charset=utf-8

Date:Tue, 30 May 2017 04:50:00 GMT

Content-Length:18

first:001

last:027

Как только сервер получит запрос, начнется его обработка и пользователь получит на экране запрашиваемый маршрут, если таковой определен:

```
starting_point = request.form['first']
```

```
ending_point = request.form['last']
```

В начале обработки запроса устанавливаются несколько флагов – наличие определенных этажей по запрашиваемому пути, начальный этаж и сообщение об ошибке, если маршрут, который запросил пользователь не доступен. Затем происходит попытка найти маршрут между заданными аудиториями внутри минимального покрывающего дерева. Если маршрут не предусмотрен, то выводится соответствующее сообщения:

```
try:
```

```
    path = nx.shortest_path(GRAPH, source=starting_point_id,  
                           target=ending_point_id)
```

```
except:
```

```
    message = True
```

Далее, в случае положительного результата на поиск маршрута, открываются для записи графические файлы, в которых произойдет отрисовка пути:

```
path_0 = svgwrite.Drawing('path_0.svg', profile='full')
```

```
:
```

```
path_3 = svgwrite.Drawing('path_3.svg', profile='full')
```

Далее происходит цикл в котором для каждого из ребер, находящихся на кратчайшем пути происходит проверка на принадлежность к определенному этажу и дальнейшая их отрисовка с помощью библиотеки swgwrite в соответствующие файлы:

```
for i in range(len(path) - 1):

    for tree in tree_18:

        p1 = get_point_by_id(tree, path[i])

        p2 = get_point_by_id(tree, path[i+1])

        if p1 and p2:

            if (p1 and p2) is not None:

                if p1[0][3] == p2[0][3]:

                    if p1[0][3] == 0:

                        path_0.add(path_0.line((p1[0][0],          p1[0][1]),
(p2[0][0], p2[0][1]), stroke=svgwrite.rgb(60, 10, 16, '%'), stroke_width =
'5'))

                        has_level_0 = True

                    :

                elif p1[0][3] == 3:

                    path_3.add(path_3.line((p1[0][0],          p1[0][1]),
(p2[0][0], p2[0][1]), stroke=svgwrite.rgb(60, 10, 16, '%'), stroke_width =
'5'))

                    has_level_3 = True

            else:

                continue
```

По окончании цикла у нас будет иметься маршрут на каждом из этажей, по которому он проходил. Для конечного результата необходимо соединить планы этажей с маршрутами на них. Для обхода системы кэширования, каждому из имен файлов приписывается случайное число:

```
map_0 = st.fromfile('static/18_0.svg')

path_svg_0 = st.fromfile('path_0.svg')

map_0.append(path_svg_0)

file_name_0='static/route_0_'+str(random.randint(0,100000000)) +
'.svg'

map_0.save(file_name_0)
```

В результате пользователь видит перед собой маршрут, проходящий через один или несколько этажей. Переключая кнопки отображения определенного этажа, пользователь будет просматривать каждый из них отдельно. Были проведены различные тесты, каждый из которых показал корректную работу приложения.

Маршрут	Ожидаемое значение	Реальное значение	Корректное отображение
001-042	Нет пути	Нет пути	Да
001-120	['path4041', 'path4878', 'path4041-95', 'path4041-76-0-2-3-12', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1-4', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1-04', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1-0', 'path4041-76-0-2-3-30']	['path4041', 'path4878', 'path4041-95', 'path4041-76-0-2-3-12', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1-4', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1-04', 'path4041-76-0-2-3-27-0-1-0', 'path4041-76-0-2-3-30']	Да

2.2 Нагрузочное тестирование

Нагрузочное тестирование или тестирование производительности - это автоматизированное тестирование, имитирующее работу определенного количества бизнес пользователей на каком-либо общем (разделяемом ими) ресурсе.

Задачей тестирования производительности является определение масштабируемости приложения под нагрузкой, при этом происходит [18]:

- измерение времени выполнения выбранных операций при определенных интенсивностях выполнения этих операций;
- определение количества пользователей, одновременно работающих с приложением;
- определение границ приемлемой производительности при увеличении нагрузки (при увеличении интенсивности выполнения этих операций);
- исследование производительности на высоких, предельных, стрессовых нагрузках.

Нагрузочное тестирование будет проходить при использовании открытого ресурса LoadImpact. Данный сервис имитирует работу виртуальных пользователей и собирает статистику с такими показателями как время отклика, загруженность пропускной полосы, количество TCP соединений и другие. Так как наш web-сервер располагается на персональном компьютере, то для тестирования необходимо ввести IP адрес и порт, на котором работает приложение. На рисунке 9 изображено место нахождения сервера (Россия, Томск) и виртуальных пользователей (США, Нью-Йорк).

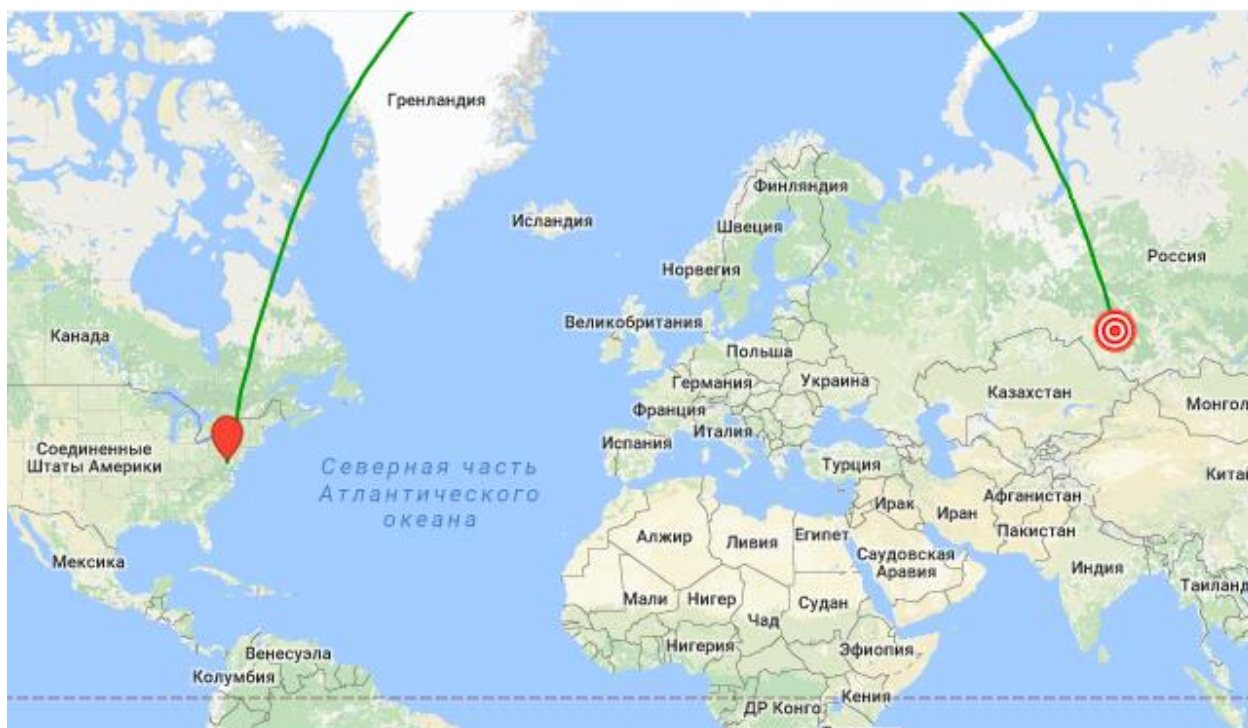


Рисунок 9. Геолокация виртуальных пользователей и web-сервера.

Тестирование проходило в течении пяти минут. Максимальным числом количества виртуальных пользователей, которые посещали web-приложение и получали ответ, стало 25. На рисунке 10 показано отношение количества активных пользователей и времени, за которое они получали ответ от web-приложения. Как видно на графике, время отклика сервера после 23 пользователей стало критическим и перевалило отметку в 8 секунд, после которой работа с приложением не является комфортной.

На рисунке 11 представлена зависимость пропускной способности от количества виртуальных пользователей. Такое поведение графика обусловлено системой оптимизации TCP соединений аддитивного увеличения, мультипликативного уменьшения:

$$w(t + 1) = \begin{cases} w(t) + MSS, & \text{если нет перегрузки} \\ w(t) \times \frac{1}{2}, & \text{если есть перегрузка} \end{cases}$$

где MSS – это максимальный размер сегмента.

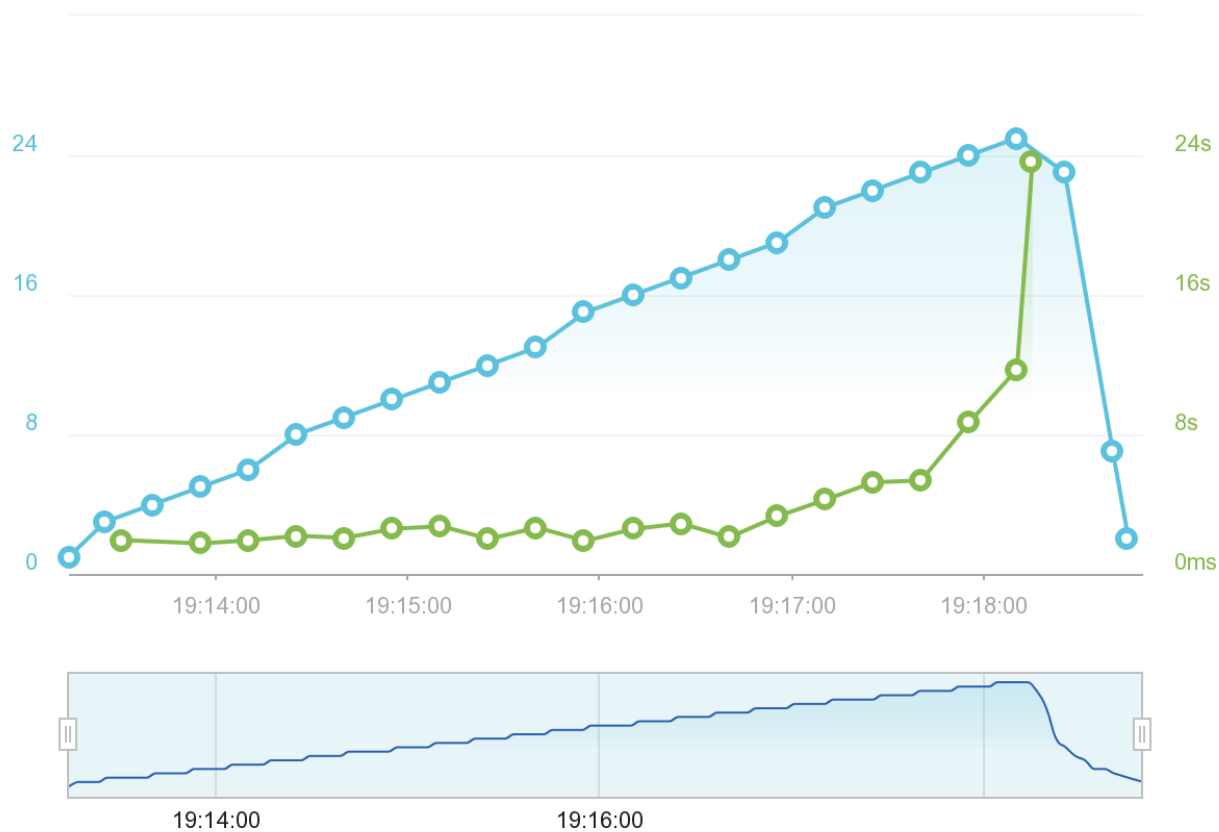


Рисунок 10. Зависимость времени отклика (зеленый) от количества виртуальных пользователей (синий)

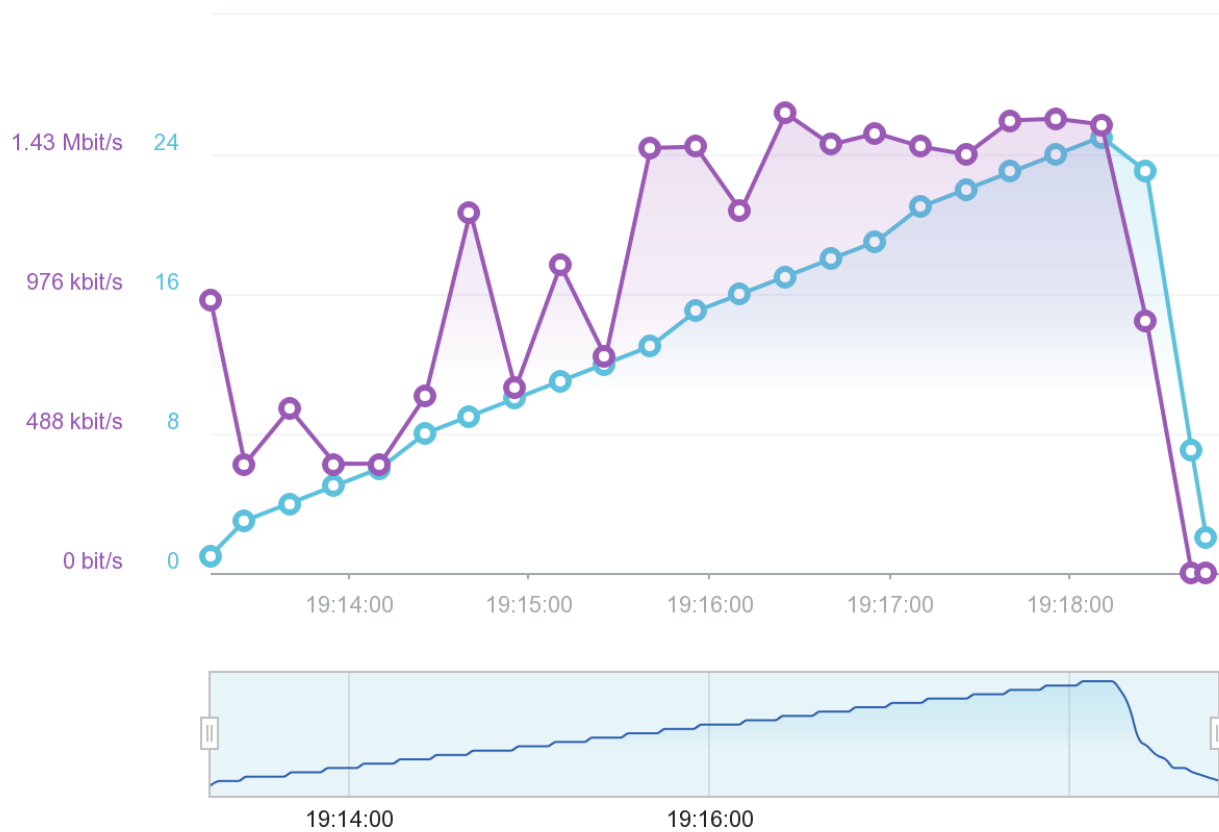


Рисунок 11. Зависимость пропускной способности (фиолетовый) от количества виртуальных пользователей (синий)

На рисунке 12 изображена зависимость запросов в секунду, которые сервер мог обрабатывать, в зависимости от количества пользователей. Предельной отметкой стало 2.4 запроса в секунду.

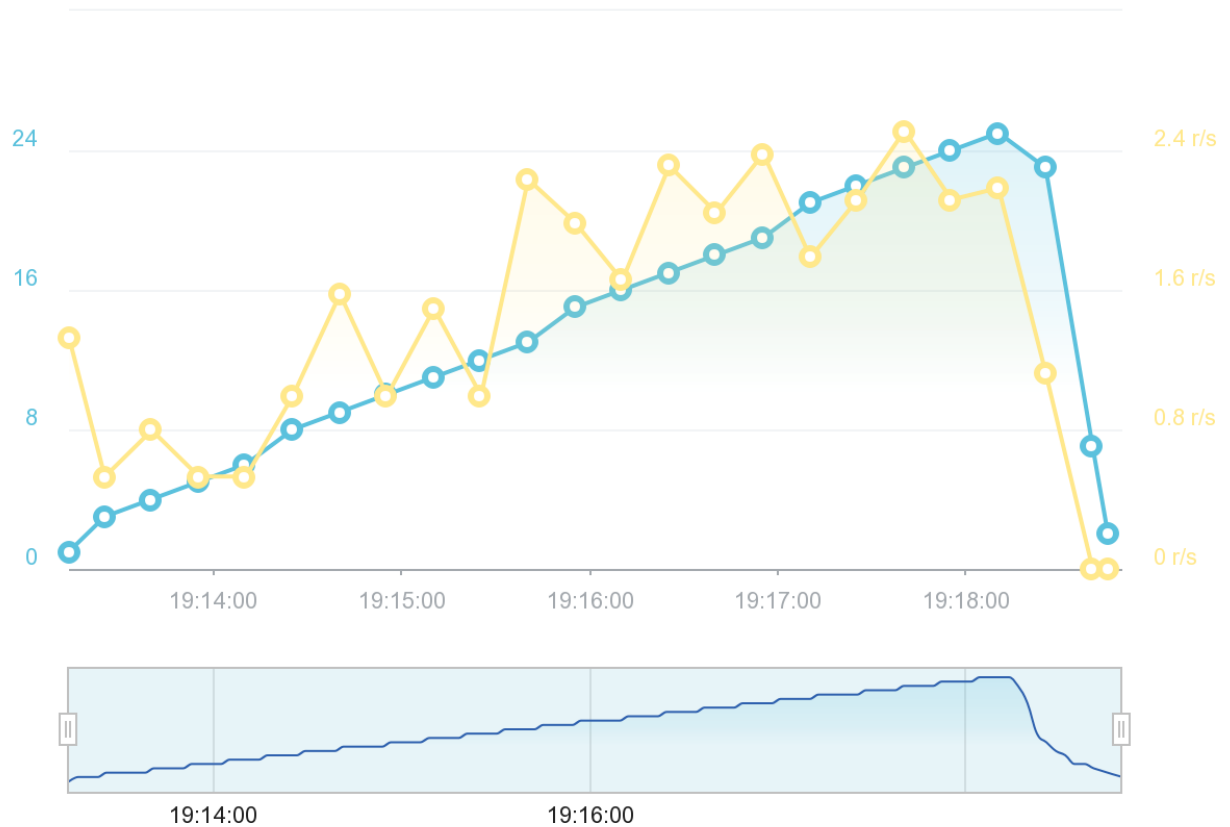


Рисунок 12. Зависимость запросов в секунду (желтый) от количества виртуальных пользователей (синий)

На основании тестирования делаем вывод, что развертывание сервера в домашних условиях имеет свои ограничения и для университета с тысячами учащихся данной производительности может оказаться недостаточно.

Глава 3. Социальная ответственность

В настоящее время все больше внимания уделяется вопросам безопасности трудящихся на рабочем месте. Одной из главных задач является охрана здоровья трудящихся, ликвидация различных видов производственных травм и заболеваний.

С каждым годом все большее применение находят электронно-вычислительные машины (ЭВМ) как на производстве, так и для научно-исследовательских и конструкторских работ, а также в сфере управления и образования. Компьютеры уже завоевали свое место на предприятиях, в организациях, офисах и даже в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это предъявляет к каждому пользователю персонального компьютера требование – знать о вредном воздействии ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

3.1 Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрена проектировка рабочего места и помещения, в котором оно находится.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании рабочей зоны необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как рабочая зона находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

Результатами разработки данного раздела будут являться достижение следующих целей:

- выявление и изучение вредных и опасных производственных факторов при работе с ПЭВМ;
- оценка условий труда;
- определение способов снижения действия вредных факторов до безопасных пределов или, по возможности, полного их исключения;
- рассмотрение вопросов техники пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

3.2 Анализ опасных и вредных факторов

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. При изменении уровня и времени воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными.

Опасными считаются производственные факторы, воздействие которых на работающего в конкретных условиях может привести к травмам, а также другим внезапным резким ухудшениям здоровья.

При работе с ПЭВМ пользователь (оператор, программист) подвергается воздействию опасных и вредных производственных факторов:

1. электромагнитных полей;
2. электростатических полей;
3. шуму и вибрации;
4. микроклимат в помещении;

5. освещенность рабочей зоны;
6. психофизиологические факторы.

Эти факторы могут привести к ухудшению здоровья пользователя, а также к профессиональным заболеваниям. Кроме того, вынужденная неудобная рабочая поза (в большинстве случаев в ограниченном пространстве), длительное сосредоточенное наблюдение, из которого 20% приходится на непосредственное наблюдение за экраном ВДТ, вызывают повышенное напряжение мышц зрительного аппарата, а в комплексе с неблагоприятными производственными факторами обуславливают развитие общего утомления и снижение работоспособности.

Отрицательное воздействие ПЭВМ на человека носит комплексный характер комбинации вредных и опасных производственных факторов:

1. монитор компьютера является источником: электромагнитного поля (ЭМП); электростатического поля; рентгеновского излучения; вредного действия светового потока и отраженного света;
2. значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат в результате несовершенства способов создания изображения на экране монитора;
3. работа компьютера сопровождается акустическими шумами, включая ультразвук;
4. несоблюдение эргономических параметров, обеспечивающих безопасность приёмов работы пользователя ПЭВМ: гигиенических и психофизиологических, антропометрических и эстетических может повлечь снижение эффективности действий человека.

Характеристика помещения, где была разработана бакалаврская работа: ширина комнаты составляет $b = 4$ м, длина $a = 6$ м, высота $H = 2,8$ м. Тогда площадь помещения будет составлять $S = ab = 24$ м², объем $V = abh = 72$ м³. В помещении имеется окно, через которое осуществляется вентиляция помещения. В помещении отсутствует принудительная

вентиляция, т.е. воздух поступает и удаляется через дверь и окно, вентиляция является естественной. В зимнее время помещение отапливается, что обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещении используется комбинированное освещение - искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ. Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Конструкция стола соответствует нормам СН 245-78. Стол оборудуется специальными ящиками с необходимыми для работы предметами. Электроснабжение сети переменного напряжения 220В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ 12.1.013-78.

Компьютер, расположенный на рабочей поверхности высотой 0.77 м, обладает следующими характеристиками: процессор AMD A8, оперативная память 8 ГБ, система Microsoft Windows 8.1, частота процессора – 2,00 ГГц, PnP 15,6-и дюймовый монитор с разрешением 1366 на 768 точек и частотой 60 Гц.

Наиболее правильная организация рабочего места позволяет значительно снять напряженность в работе, уменьшить неблагоприятные чрезмерные нагрузки на организм и, как следствие, повысить производительность труда.

Место для работы на компьютере и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При устройстве рабочего места человека, работающего за ПК необходимо соблюсти следующие основные условия: наилучшее местоположение оборудования и свободное рабочее пространство.

Основными элементами рабочего места являются стол и стул, т.к. рабочим положением является положение сидя. Рациональная планировка рабочего места определяет порядок и местоположение предметов, в особенности тех, которые для работ необходимы чаще.

Основные зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости показаны на рис. 1.

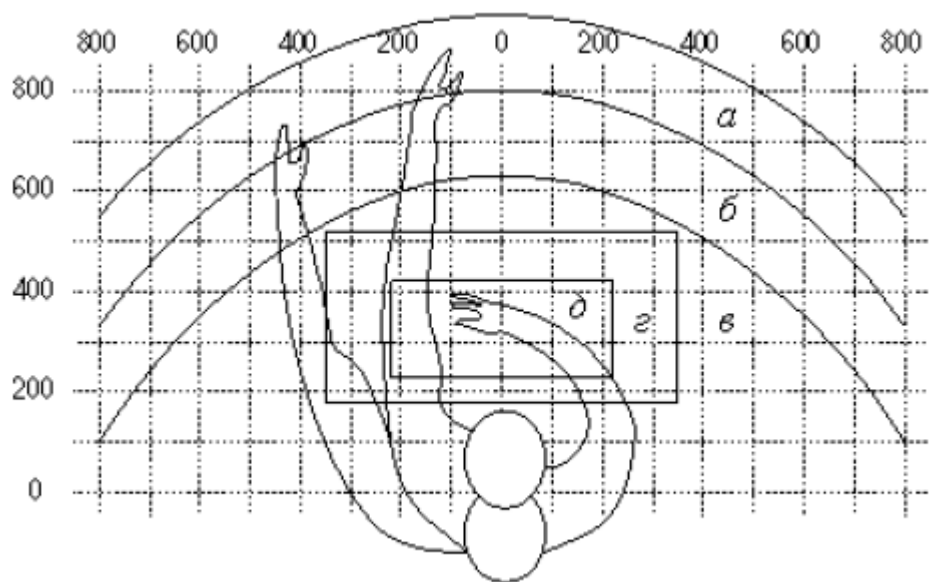


Рисунок 13 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грудной работы; д – оптимальное пространство для тонкой работы

В соответствии с этим, принимается следующее оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

1. дисплей размещается в зоне **а** (в центре);
2. системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
3. клавиатура - в зоне **г/д**;
4. манипулятор «компьютерная мышь» - в зоне **в** справа;
5. сканер в зоне **а/б** (слева);
6. принтер находится в зоне **а** (справа);
7. документация, необходимая при работе в зоне **в**, а в выдвижных ящиках стола - литература, используемая не постоянно.

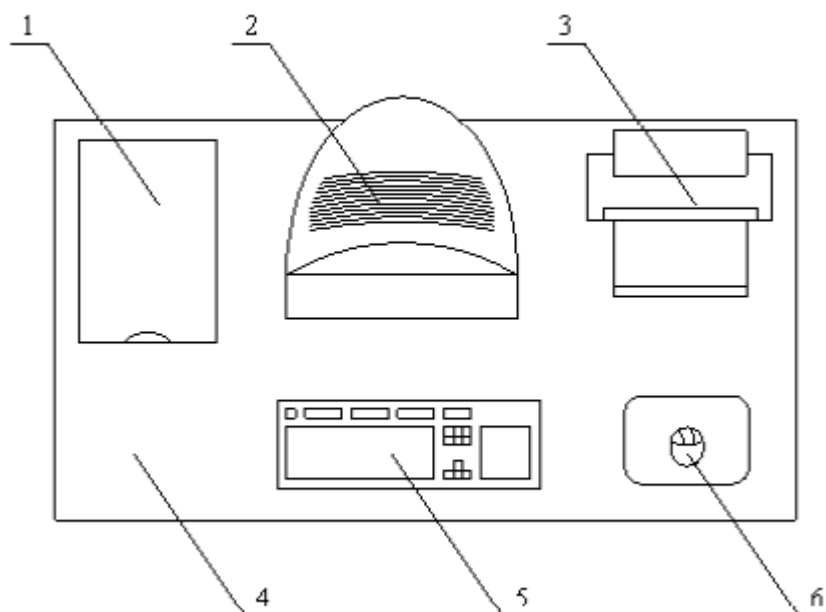


Рисунок 14 – Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе: 1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь»

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования.

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420–550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500–600 мм. Согласно нормам угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30° . Кроме того должна быть возможность выбирать уровень

контрастности и яркости изображения на экране. Должна предусматриваться возможность регулирования экрана.

Рабочие места с компьютерами должны размещаться так, чтобы расстояние от экрана одного монитора до тыла другого было не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м.

Общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ даны в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Все параметры рабочего стола удовлетворяют нормативным требованиям.

Для внутренней отделки интерьера помещений, должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7 - 0,8; для стен - 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5.

Для прекращения неблагоприятного воздействия вредных факторов при работе с ВДТ и ПЭВМ определены санитарно-гигиенические требования к обеспечению безопасных условий труда. Последствия воздействия этих факторов на организм оператора ЭВМ зависят от их интенсивности, продолжительности и режимов действия.

3.3 Микроклимат в помещении

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с ЭВМ устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 . Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа, производимая сидя и сопровождаемая незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 1.

Таблица 2 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	(22÷24)	(19÷24)	55	(15÷75)	0,1	≤0,1
Теплый	Ia	(23÷25)	(20÷28)	55	(15÷75)	0,1	≤0,2

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН. Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегрева и охлаждения. Это достигается различными средствами: применением систем местного кондиционирования воздуха; использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; регламентацией периодов работы в неблагоприятном

микроклимате, и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние; сокращением рабочей смены и др.

Профилактика перегрева работников в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия: нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене; регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне; использование специальных СКЗ и СИЗ, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников. Защита от охлаждения осуществляется посредством одежды, изготовленной в соответствии с требованиями ГОСТ 29335—92 и 29338—92 "Костюмы мужские и женские для защиты от пониженных температур. Технические условия".

3.4 Освещенность рабочей зоны

Свет является естественным условием жизни человека. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Существует три вида освещения: естественное – за счёт солнечного излучения, искусственное – за счёт источников искусственного света и совмещенное – освещение, включающее в себя как естественное, так и искусственное освещения.

Оценка освещенности рабочей зоны проводится в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1.1340-03.

В данном рабочем помещении используется комбинированное освещение: искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛД.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $a = 6$ м, ширина $b = 4$ м, высота $H = 2,8$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,75$ м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2300$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности i .

$$i = \frac{S}{(a + b)h}$$

где S – площадь помещения;

h - расчетная высота подвеса светильника, м;

a и b – длина и ширина помещения, м.

Высота светильника над рабочей поверхностью h

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55$$

где H – высота помещения, м;

h_p - высота рабочей поверхности, м;

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности i равен

$$i = \frac{S}{(a + b)h} = \frac{24}{(4 + 6)1,55} = 1,5$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot t = 1,1 \cdot 1,55 = 1,6 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,6} = 2,5 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,6} = 3,75 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 24$.

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен в приложении А.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср}} / E_{\text{min}}$.
Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, в связи с этим $K_3 = 1,5$; состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка $\rho_n = 70$; состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение коэффициента отражения стен $\rho_c = 50$. Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70 \%$, $\rho_c = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,5$ равен $\eta = 0,47$.

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 600лк.

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{600 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,47} = 2106 \text{ Лм}$$

Для люминесцентных ламп с мощностью 40Вт и напряжением сети 220В, стандартный световой поток ЛД равен 2300 Лм.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

$$-10\% \leq 8,43\% \leq 20\%$$

Таким образом необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

3.5 Электромагнитное поле

ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека, что может повлечь следующие последствия: биохимические изменения в клетках и тканях; нарушения условно - рефлекторной деятельности, снижение биоэлектрической активности мозга, изменения межнейронных связей, отклонения в эндокринной системе; вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию может наблюдаться повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей и так далее.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96:

1. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более:
 - 1.1 в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;
 - 1.2 в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 2,5В/м.
2. Плотность магнитного потока должна быть не более:
 - 2.1. в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;
 - 2.2. в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 25нТл.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. Применение СКЗ
 - 1.1. защита временем;
 - 1.2. защита расстоянием;
 - 1.3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
 - 1.4. экранирование источника;
 - 1.5. защита рабочего места от излучения;
2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя
 - 2.1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
 - 2.2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO₂).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

3.6 Электростатическое поле

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

3.7 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Помещение, где была разработана бакалаврская работа, принадлежит к категории помещений без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током, вследствие этого к оборудованию предъявляются следующие требования:

1. экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя (расстояния от источника);
2. применение приэкранных фильтров, специальных экранов.

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Сопротивление заземления – основной показатель заземляющего устройства, определяющий его способность выполнять свои функции и определяющий его качество в целом.

Сопротивление заземления зависит от площади электрического контакта заземлителя (заземляющих электродов) с грунтом (“стекание” тока) и удельного электрического сопротивления грунта, в котором смонтирован этот заземлитель (“впитывание” тока). Согласно ПЭУ номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

1. изолирующие штанги;
2. изолирующие и электроизмерительные клещи;
3. диэлектрические перчатки; изолированный инструмент.

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами – диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей. Изолирующие клещи выполняют из пластмассы.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

3.8 Пожарная безопасность

В помещение, где была разработана бакалаврская работа, возможны следующие чрезвычайные ситуации: пожар, взрывы, террористические акты и диверсии.

Анализируя выше представленные ситуации и само помещение, можно сделать вывод, что наиболее типичной ЧС является пожар.

Для обеспечения безопасности людей и сохранения материальных ценностей существует пожарная безопасность, основными системами которой являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Пожар представляет большую опасность и наносит огромный ущерб, поскольку грозит уничтожением приборов, компьютеров, инструментов и комплектов документов, представляющих значительную ценность. Кроме того, пожар характеризуется опасностью для жизни человека. Возникновение пожара в комнате может быть обусловлено следующими факторами: в современных ПЭВМ очень высокая плотность размещения электронных схем. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество тепла, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 100° С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных

проводов, их оголение, и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением.

Поэтому во избежание пожаров проводится пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Успех борьбы с пожаром во многом зависит от его своевременного обнаружения и быстрого принятия мер по его ограничению и ликвидации.

Основы противопожарной защиты предприятий определены в стандартах ГОСТ 12.1.004-76 и ГОСТ 12.1.010-76.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

При эксплуатации ПЭВМ возможны возникновения следующих аварийных ситуаций: короткие замыкания, перегрузки, повышение переходных сопротивлений в электрических контактах, перенапряжение, возникновение токов утечки.

При возникновении аварийных ситуаций происходит резкое выделение тепловой энергии, которая может явиться причиной возникновения пожара.

Мероприятия по пожарной безопасности делятся на пожарную профилактику и тушение пожаров. Меры пожарной профилактики могут быть следующие: строительно-планировочные, технические и организационные.

Строительно-планировочные меры определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций по степени огнестойкости). В зависимости от степени огнестойкости определяются наибольшие дополнительные расстояния от выходов для эвакуации при пожарах.

Технические меры включают в себя соблюдение противопожарных норм для систем отопления, освещения, электрического обеспечения и т.д., использование разнообразных защитных систем и соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры представляют собой проведение инструктажа персонала по пожарной безопасности, соблюдение мер пожарной безопасности, разработку планов эвакуации людей в случае пожара.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- правильная эксплуатация оборудования и содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, освещения;
- правильное размещение оборудования;

– своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Согласно СНиП 21–01–97, по взрывоопасности помещение относится к классу В и по пожароопасности к классу П. К этому классу относятся помещения, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварии или неисправностей.

В помещении для тушения возгораний предусмотрено использование углекислотного огнетушителя ОУ–3 для тушения возгораний классов А, В и электроустановок до 10000В при температуре воздуха -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Таким образом, состояние помещения соответствует нормам пожаробезопасности.

Расположение ламп в помещении и план эвакуации людей для помещения представлены в приложение Б и В.

3.9 Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого

используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

1. СКЗ

- 1.1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- 1.2. изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- 1.3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

2. СИЗ

- 2.1. применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Защита от шумов – заключение вентиляторов в защитный кожух и установление их внутри корпуса ЭВМ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц.

Вибрация оборудования на рабочих местах не должна превышать допустимых величин, установленных ГОСТ 12.1.012-96.

3.10 Психофизиологические факторы и опасные факторы

Значительное умственное напряжение и другие нагрузки приводят к переутомлению функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата рук. Нерациональное расположение элементов рабочего места вызывает необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт вызывает повышенное позвоночное напряжение мышц и обуславливает развитие общего утомления и снижение работоспособности.

При длительной работе за экраном дисплея появляется выраженное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворительность работы, головные боли, усталость и болезненное ощущение в глазах, в пояснице, в области шеи, руках.

Режим труда и отдыха работника: при вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы не должна превышать 4-х часов при 8-часовом рабочем дне. Через каждый час работы необходимо делать перерыв на 5-10 минут, а через два часа на 15 минут.

С целью снижения или устранения нервно-психологического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждение переутомления необходимо проводить комплекс физических упражнений и сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости во время регламентируемых перерывов, и после окончания рабочего дня.

3.11 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

Основными отходами являются черновики бумаги и отработавшие люминесцентные лампы. Бумагу направляют на утилизацию, а люминесцентные лампы собирают и направляют на утилизацию в соответствующую организацию.

При выполнении бакалаврской работы никакого ущерба окружающей среде нанесено не было.

3.12 Защита в чрезвычайных ситуациях

В Томске преобладает континентально-циклонический климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют.

Возможными ЧС могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели и бензоэлектростанции. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. К тому же, необходимо предусмотреть служебный теплый транспорт, для доставки сотрудников.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении

помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

3.13 Выводы

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где была разработана бакалаврская работа, можно сделать вывод, что помещение удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

Относительно рассмотренного вопроса об экологической безопасности можно сказать, что деятельность помещения не представляет опасности окружающей среде.

Важно добавить, что монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при продолжительной непрерывной работе и приводит к снижению работоспособности. Поэтому во избежание негативного влияния на здоровье необходимо делать перерывы при работе с ЭВМ и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования. Например, для коммерческих организаций критериями сегментирования могут быть: месторасположение, отрасль, выпускаемая продукция, размер и др. Для физических лиц критериями сегментирования могут быть: возраст, пол, национальность, образование, уровень дохода, социальная принадлежность, профессия.

Потенциальные потребители результатов исследования «Web-приложение для поиска кратчайшего маршрута внутри здания»:

- образовательные учреждения;
- музеи;
- бизнес-центры;
- аэропорты;
- торговые центры.

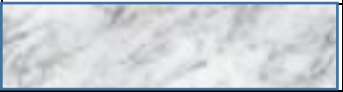




	Целевые рынки		
Виды потребителей		Российские потребители	Иностранные потребители
	Образовательные учреждения		
	Музеи		
	Аэропорты		
	Торговые центры		
	Бизнес-центры		
<div> Фирма А  Фирма Б  </div>			

Рисунок 17 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке web-приложений для поиска кратчайшего маршрута внутри здания.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;

- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Основными конкурентами являются российские или иностранные компании, работающие над аналогичными разработками. Составим оценочную карту для сравнения конкурентных технических решений. Основными критериями будут служить:

- надежность (способность приложения работать без ошибок на протяжении долгого времени);
- потребность в мощном техническом оборудовании;
- потребность в ресурсах памяти;
- безопасность;
- простота эксплуатации;
- скорость работы;
- общее качество продукта (наличие ошибок, недоработок);
- перспективность продукта;
- цена;
- послепродажное обслуживание (администрирование).

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
2. Потребность в мощном	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4

вычислительном оборудовании							
3. Потребность в ресурсах памяти	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
4. Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Простота эксплуатации	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
6. Скорость работы	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Качество продукта	0,15	4	3	5	0,6	0,45	0,75
2. Перспективность продукта	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
3. Цена	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
4. Послепродажное обслуживание (администрирование)	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1				4,39	3,89	4,01

Сравнение значений показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Из вышепредставленных показателей можно отметить, что технология, разрабатываемая в данной работе, является более ресурсоэффективной.

4.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
--	--------------------------------	---

	исследовательского проекта	
	1.Инновационность работы 2.Простота и наглядность системы навигации 3.Невысокие цены на интернет-разработки	1.Отрисовка плана зданий для каждого отдельного проекта 2.Необходим доступ в интернет 3.Отсутствует система устойчивого взаимодействия между производителем и потребителем
Возможности	Благодаря невысоким затратам музеи, образовательные учреждения могут оснастить себя системой навигации внутри зданий.	Новые методы определения узлов внутри сети способны автоматизировать рабочий процесс при больших объемах данных
Угрозы	Малое ресурсопотребление позволяет проводить различные исследования по усовершенствованию рабочего процесса	Так как приложение по нахождению кратчайшего маршрута внутри помещения это специализированный продукт, который имеет определенный круг клиентов, необходимо зарекомендовать себя на экономической сцене и показать свою способность конкурировать с другими фирмами за счет каких-либо отличительных качеств компании(усовершенствованные методы поиска, более выгодный ценовой диапазон на услуги)
1.Отсутствие конкурентов на российском рынке 2.Модернизация и постепенное развитие навигационных систем		
1.Появление новых конкурентов 2.Изменение предпочтений потребителей 3.Переход иностранных компаний на российский сегмент		

В представленной выше таблице перечислены все возможности и сопутствующие им сильные стороны проекта, которые в дальнейшем помогут осуществить его. Но, как и у каждого проекта, у него есть свои слабые стороны и угрозы. Данная таблица позволяет оценить на каком этапе находится работа, а также предпринять меры по устранению некоторых угроз и слабых сторон.

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой могут входить:

- 1) Руководитель проекта (Р);
- 2) Бакалавр (Б).

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Комплекс работ по разработке проекта

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный	1	Составление и утверждение научного задания	Бакалавр Руководитель
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
Исследование и анализ предметной области	3	Анализ исходных данных	Бакалавр
	4	Выбор метода выполнения работы	Бакалавр Руководитель
	5	Календарное планирование работ по теме	Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Применение выбранного метода к данным	Бакалавр
	7	Анализ результатов работы	Бакалавр

Обобщение и оценка результатов	8	Определение целесообразности проведения НИР	Бакалавр Руководитель
	9	Составление пояснительной записке к ВКР.	Бакалавр
	10	Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу.	Бакалавр

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5},$$

(1)

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxі}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

(2)

где T_{pi} – трудоемкость работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

(3)

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

(4)

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

T_{np} – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Вычислим коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

Таблица 4 – Временные показатели осуществления комплекса работ

№ работы	Продолжительность работ			Исполнители	T_{pi} , человеко-дни	T_{ki} , человеко-дни
	t_{mini} , человеко-дни	t_{maxi} , человеко-дни	$t_{ожi}$, человеко-дни			
1	1	3	2	Б, Р	1	1
2	14	18	16	Б	16	23
3	7	12	9	Б	9	13
4	3	6	4	Б, Р	2	3
5	2	5	3	Б	3	4
6	10	16	12	Б	12	17
7	5	7	6	Б	6	9
8	3	5	4	Б, Р	2	3
9	5	11	7	Б	7	10
10	4	7	5	Б	5	7

Календарный план-график выполнения работ представим в виде таблицы.

Таблица 5 – Календарный план-график выполнения работ

Календарный план-график выполнения работ по теме
--

№ работы	Наименование работы	Исполнители	T_{ki} , дни	Продолжительность выполнения работ, дни										
				Март			Апрель				Май			
				1	23	13	3	4	17	9	3	10	7	
1	Составление и утверждение ТЗ	Б Р	1											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Б	23											
3	Анализ исходных данных	Б	13											
4	Выбор метода выполнения работы	Б Р	3											
5	Календарное планирование работ по теме	Б	4											
6	Применение выбранного метода к данным	Б	17											
7	Анализ результатов работы	Б	9											
8	Определение целесообразности проведения НИР	Б Р	3											
9	Составление пояснительной записки к ВКР	Б	10											
10	Оформление пояснительной записки к ВКР по ГОСТу	Б	7											

Руководитель



Бакалавр



4.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.5.1 Затраты на материалы

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и доставку. Транспортные расходы принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов. В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице 6.

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	Пачка	1	300	300
Картридж для принтера	Шт	1	1500	1500
Канцелярские принадлежности	Шт	1	300	300
Затраты на электроэнергию	кВт/ч	146	5,8	847
Итого				3497

4.5.2 Основная заработная плата

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

(5)

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

(6)

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м}}{F_{д}}$$

(7)

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{д}$ – количество рабочих дней в месяце.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{окл} \cdot k_p, \quad (8)$$

где $З_{окл}$ – месячный оклад, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 г. Томск.

Пример расчета заработной платы для руководителя:

$$З_{м} = З_{окл} \cdot k_p = 26300 \cdot 1,3 = 34190 \text{ руб.}$$

$$З_{дн} = \frac{З_{м}}{F_{д}} = \frac{34190}{26} = 1315 \text{ руб.}$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 1315 \cdot 5 = 6575 \text{ руб.}$$

Таблица 7 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{мс}$	k_p	$З_{м}$, руб	$З_{дн}$, руб	T_p , дни	$З_{осн}$, руб
Руководитель	26300	1,3	34190	1315	5	6575
Бакалавр	2275	1	2275	87,5	96	8400
Итого						14975

4.5.3 Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за

отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн},$$

(9)

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12).

Таблица 8 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	Основная ЗП, руб	Дополнительная ЗП, руб
Руководитель (ст.преподаватель)	5260	631,2
Итого		631,2

4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{дон}),$$

(10)

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная ЗП, руб	Дополнительная ЗП, руб
Руководитель	5260	631,2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	-
Итого		1578

4.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{студ}} + Z_{\text{мат}}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (11)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 16%).

$$Z_{\text{накл}} = 4307 \text{ руб}$$

4.5.6 Формирование бюджета затрат НТИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической

продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	3497
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	14975
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	631
4. Отчисления во внебюджетные фонды	1578
5. Расчет затрат на научные и производственные командировки	0
6. Контрагентные расходы	0
7. Накладные расходы	4307
8. Бюджет затрат НТИ	24988

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (12)$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги). За максимально возможную стоимость исполнения примем 100000 руб.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (13)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта

исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

a_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 11.

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Статистическая значимость	0,2	5	4	5
Возможность применения любым предприятием	0,1	3	4	3
Требуется наличия исторических данных	0,25	5	4	5
Простота применения	0,1	4	3	3

Конкурентоспособность (с другими системами)	0,15	4	3	4
Материалоемкость	0,2	4	5	4
ИТОГО	1	4,35	3.95	3,45

$$I_{p-исп.1} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 0,2 \cdot 4 = 4,35$$

$$I_{p-исп.2} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 0,2 \cdot 5 = 3,95$$

$$I_{p-исп.3} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 0,2 \cdot 4 = 3,45$$

$$I_{p-исп.max} = 4,35$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (14)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}}, \quad (15)$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в табл. 12.

Таблица 12 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,215	0,61	0,5
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,35	3.95	3,45
3	Интегральный показатель эффективности	20,2	6,48	6,9

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	4,7	1,5	1,6
---	--	-----	-----	-----

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

4.7 Выводы

В ходе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Результаты полученные в ходе исследования говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

Во-вторых, проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НТИ. Результаты соответствуют требованиям к ВКР по срокам и иным параметрам.

В-третьих, определена эффективность исследования в разрезах ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

Заключение

Целью написания данного дипломного проекта являлась разработка и введение в эксплуатацию web-приложения по поиску кратчайшего маршрута в здании. Навигационные приложения активно используются разными слоями населения для планирования маршрута. Преимущества web-приложений перед мобильными приложениями состоит в том, что все вычисления происходят на стороне сервера. В связи с этим, построение web-приложения

для построения кратчайшего маршрута внутри зданий является актуальной задачей.

Было обработано большое количество теоретического материала, на теоретическом и методологическом уровне проведен обзор алгоритмов для построения минимальных покрывающих деревьев и кратчайших путей.

В теоретической части были описаны математические подходы формирования графов, а именно алгоритмы Краскала и Дейкстры. На основании указанных алгоритмов в практической части работы сформированы минимальные покрывающие деревья для каждого из этажей здания, а также реализован поиск кратчайшего пути. Для сформированных кратчайших путей были изображены маршруты в графических файлах SVG. Было проведено функциональное и нагрузочное тестирование, запущен веб-сервер.

Тема работы раскрыта полностью, достигнута поставленная цель, решены сформулированные задачи. Работа имеет теоретическую и практическую значимость. Результаты исследований могут быть полезны как для государственных учреждений: музеи, аэропорты, учебные заведения, больницы, так и для частных собственников.

Также в работе был оценен уровень готовности научно-исследовательского проекта и продуманы пути его коммерциализации. В работе был рассчитан бюджет проекта, по которому можно отметить, что стоимость специального оборудования составляет основную часть всего бюджета. Это может стать серьезной угрозой для коммерциализации технологии и выпуска ее на промышленный уровень.

В работе также представлены все необходимые требования безопасности при работе с электронно-лучевым оборудованием и ПВЭМ, согласно имеющимся ГОСТам и СанПиНам, выделен порядок действий на случай аварийной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уолтон Ш. Создание сетевых приложений в среде линукс/ - Москва-Киев, 2001. – 433 с.
2. Стивенс Р. UNIX Network Programming/ - Printice Hall 1990. – 233 с.
3. Зыков А.А. Основы теории графов / - М.: Вузовская книга, 2004. – 644 с.
4. Домнин Л.Н. Элементы теории графов: учебное пособие/ - Пенза: изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. – 144 с.
5. Евстигнеев В. А. Итеративные алгоритмы глобального анализа графов. Пути и покрытия // Применение теории графов в программировании / -М: Наука, 1985. — С. 138-150. — 352 с.
6. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Нахождения кратчайших путей в графе //Нижний Новгород: Издательство Нижегородского гос. университета, 2005.— 307 с.
7. Берж К. Задача о кратчайшем пути // Теория графов и её применения / —М: Издательство иностранной литературы, 1962. — С. 75-81. — 320 с.
8. Cherkassky B. V., Goldberg A. V., Radzik T. Shortest paths algorithms: Theory and experimental evaluation // Math. Prog. — Springer Science+Business Media, 1996. — Vol. 73, — P. 129–174.
9. Ойстин О. Теория графов / -М: Издательство наука, 1980. — 336 с.

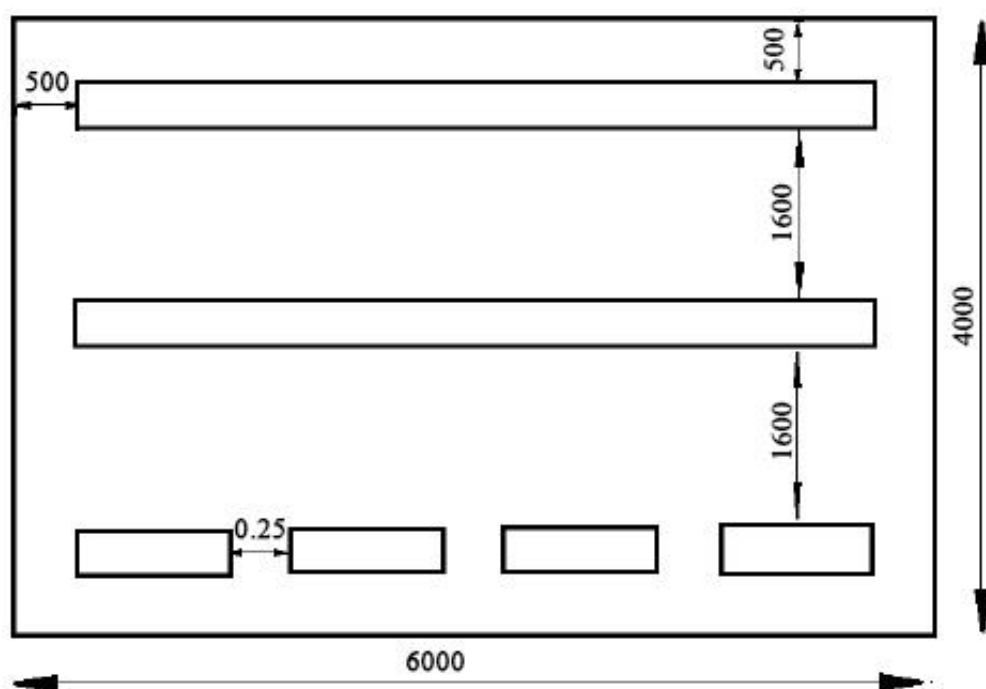
10. Joseph. B. Kruskal. On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem. // Proc. AMS. 1956. Vol 7, No. 1. C. 48-50
11. Abraham, Ittai; Fiat, Amos; Goldberg, Andrew V.; Werneck, Renato F. «Highway Dimension, Shortest Paths, and Provably Efficient Algorithms». *ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*: 782-793.
12. Белоусов А. И., Ткачев С. Б. Дискретная математика. — М.: МГТУ, 2006. — 744 с.
13. Левитин А. В. Жадные методы: Алгоритм Дейкстры // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ — М.: Вильямс, 2006. — С. 189–195. — 576 с.
14. Kou L. Markowsky G. Berman L. A fast algorithm for Steiner Trees // *Acta Informatica* 1981 Vol/ 15 C.141-145
15. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ = *Introduction to Algorithms*. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 1296.
16. Ladyzhensky Y., Popoff Y. «Algorithm to define the shortest paths between all nodes in a graph after compressing of two nodes. *Proceedings of Donetsk national technical university, Computing and automation. Vol.107. Donetsk*»: P. -68–75.
17. А.Ахо, Д.Хопкрофт, Д.Ульман, Построение и анализ вычислительных алгоритмов / -М.:Мир, 1979. -563 с.
18. Паттон Р. *Software Testing/* - Indiana: Sams Publishing, 2001. — 367 с.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

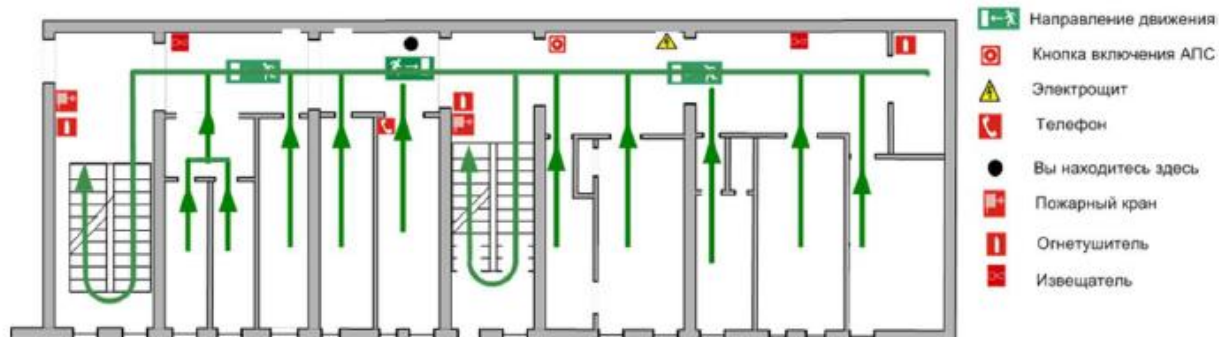
1. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
2. ГОСТ 7.1 – 2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.
3. ГОСТ 12.4.011-75 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация.
4. ГОСТ 12.1.012-96 Вибрационная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.036-81 Система стандартов безопасности труда. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
6. ГОСТ 12.0.002-80 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
7. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
8. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.

**План помещения и размещения светильников с люминесцентными
лампами.**



План эвакуации.

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ 2-го этажа



Ответственный за эвакуацию и
включение системы оповещения

Действия при пожаре Сохранять спокойствие			
1	Сообщить по телефону		<ul style="list-style-type: none"> Адрес объекта Место возникновения пожара Свою фамилию
2	Эвакуировать людей		<ul style="list-style-type: none"> Ориентироваться по знакам направления движения Взять с собой пострадавших
3	По возможности принять меры по тушению пожара		<ul style="list-style-type: none"> Использовать средства противопожарной защиты При необходимости обеспечить помещение